

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 526 354** (13) **C2**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[C22C 47/08 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 07.12.2017)

(21)(22) Заявка: [2012152337/02](#), 05.12.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.12.2012

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2014 Бюл. №
[17](#)(45) Опубликовано: [20.08.2014](#) Бюл. № [23](#)(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4617979 A1, 21.10.1986. EP
1837416 A2, 26.09.2007. US 6346132 B1,
12.02.2002. SU 1797603 A3, 23.02.1993. US
4633931 A, 06.01.1987

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
центр интеллектуальной собственности,
Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Логинов Юрий Николаевич (RU),
Мальцева Людмила Алексеевна (RU),
Мальцева Татьяна Викторовна (RU),
Тюшляева Дарья Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ АРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к методам получения заготовок типа дисков или колец из композиционных материалов литейными технологиями. Способ включает расплавление металлического материала матрицы, размещение в изложнице с цилиндрической внутренней поверхностью проволоки из упрочняющего металлического материала, имеющей форму спирали с неприлегающими друг к другу витками, совмещающей ось спирали с осью изложницы, заливку расплавленного материала матрицы в изложницу при температуре старения упрочняющего материала и его кристаллизацию с получением цилиндрической заготовки. Технический результат заключается в достижении упрочнения композиционного материала в тангенциальном направлении. 3 з.п. ф-лы, 6 пр., 6 ил.

Предлагаемое изобретение относится к области металлургии, а именно к методам получения заготовок типа дисков или колец из композиционных материалов литейными технологиями.

Из уровня техники известен способ упрочнения материалов за счет расположения снаружи заготовки из металла-матрицы упрочняющих волокон или проволоки [1, с.86] или патент [2]. Этот способ предполагает навивку волокон или проволоки из более прочного материала на поверхность детали или заготовки, изготовленной из менее прочного, но например, более легкого металла. Тем самым увеличивают прочность конструкции в целом, а особенно прочностные свойства в тангенциальном направлении, т.е. в том направлении, куда направлены оси волокон или проволоки. Однако отмечаются и недостатки способа: упрочняющие волокна или проволока не защищены от коррозии. Поэтому целесообразно размещать волокна или проволоку внутри металла-матрицы.

Эта техническая задача решалась в описании к патенту Великобритании №GB1201654 [3]. Этим изобретением был предложен способ изготовления композиционного материала, предусматривающий введение в металл матрицы (алюминий, дюралюминий упрочняющих волокон из нержавеющей стали). При этом метод заключался в навивке упрочняющей проволоки на барабан и распылении расплавленного алюминия на поверхность проволоки с заполнением пустот между витками. Недостатком способа является сложность приемов, поэтому для его осуществления авторами была предложен специальный агрегат.

Из уровня техники известен способ получения волокнистого композиционного материала с использованием в качестве армирующего материала проволоки по патенту Германии №DE4300283 [4]. Способ включает ортогональное переплетение проволоки из упрочняющего материала с созданием армирующей конструкции в виде сетки и размещение в таком виде упрочняющего элемента в металле-матрице. Недостатком способа является трудоемкость операции подготовки армирующего материала, что приводит к существенному удорожанию технологии и продукта.

Известен способ получения высокопрочного композиционного материала, приведенный в описании к патенту США №US6346132 [5]. Способ предполагает перемешивание металлических материалов в состоянии двух фаз. Первая фаза представляет собой матрицу, предпочтительно из алюминия. Вторая фаза (5...60% по объему) - упрочнитель, может иметь вид волокон или проволоки. Предполагается процесс совместного уплотнения этих фаз в диапазоне температур 400...700°C и при давлении 100...300 МПа. Здесь видно, что процесс представляет, по сути, твердофазную обработку материалов, что требует создания давлений с помощью специальных прессовых установок. Таким образом, недостатком процесса является необходимость использования дорогостоящего оборудования.

В качестве прототипа выбран способ получения волокнистого металлического композиционного материала, приведенный в описании к патенту США №US4617979[6].

Способ получения цилиндрической заготовки из армированного металлического композиционного материала включает расплавление металлического материала матрицы, размещение в изложнице с цилиндрической внутренней поверхностью проволоки из упрочняющего металлического материала, заливку расплавленного металлического материала матрицы в изложницу и его кристаллизацию. Особенностью способа является придание проволоке из упрочняющего материала формы коротких волокон. Тем самым при расположении волокон в металле матрицы достигается равновероятная ориентация волокон, что приводит к достижению изотропного состояния композиционного материала. Однако во многих случаях применения композиционных материалов требуется получить повышенные значения прочности в определенном направлении, т.е. требуется получить анизотропное состояние вещества. Поэтому недостатком прототипа является невозможность получения повышенных свойств готового продукта в заданном направлении.

Предлагаемый способ получения цилиндрической заготовки из армированного металлического композиционного материала включает расплавление материала матрицы, размещение в изложнице с цилиндрической внутренней поверхностью проволоки из упрочняющего металлического материала, заливку расплавленного металлического материала матрицы в изложницу и его кристаллизацию.

В отличие от прототипа проволоке из упрочняющего материала сообщают форму спирали с неприлегающими друг к другу витками, при ее размещении в изложнице совмещают ось спирали с осью изложницы. Сущность предложения заключается в том, что проволока в виде спирали имеет упорядоченное строение, которое задается ее формой, ориентация проволоки в витках спирали соответствует тангенциальной координате получаемой заготовки, таким образом, в тангенциальном направлении произойдет максимальное упрочнение композиционного материала в целом. Такое анизотропное строение композита позволит усилить конструкцию детали в заданном направлении. Кроме того, форма спирали по отношению к хаотически

расположенным отрезкам проволоки или волокон имеет то преимущество, что расстояния между витками спирали одинаковы, т.е. удастся получить однородное строение композита. Спираль может иметь прилегающие друг к другу витки, но это нецелесообразно, так как в местах прилегания теряется контакт с металлом-матрицей и ослабляется связь системы материалов. Поэтому выбрана форма спирали с неприлегающими друг к другу витками. Совмещение в изложнице оси спирали с осью тигля позволяет получить однородное строение композита вдоль радиальной координаты.

Заливку расплавленного материала матрицы ведут при температуре старения упрочняющего материала. Это позволяет повысить прочность упрочняющего материала на стадии заливки и не проводить старение как отдельную технологическую операцию. Свойством упрочнения при старении за счет распада пересыщенных твердых растворов обладает большой ряд конструкционных материалов, среди которых аустенитные метастабильные стали, железохромоникелевые стали, бериллиевая бронза и др. Предварительно такие упрочняющие материалы подвергают закалке для фиксации пересыщенного твердого раствора.

После заливки расплавленного материала матрицы обеспечивают выдержку расплава при температуре старения, достаточную для завершения старения. Это позволяет обеспечить максимальные прочностные свойства упрочняющему материалу, а следовательно и всему композиту.

При размещении в изложнице нескольких проволок в виде спиралей используют спирали различного диаметра. Это позволяет увеличить прочностные свойства получаемой заготовки, поскольку объемная доля заполнения композита упрочняющим элементом увеличивается.

Для получения цилиндрической заготовки с кольцевым поперечным сечением после кристаллизации в ней выполняют круглое отверстие. Это позволяет перейти от формы диска к форме кольца, чем расширяется ассортимент продукции.

Для получения цилиндрической заготовки с кольцевым поперечным сечением перед заливкой расплавленного металлического материала в изложнице размещают формовочный стержень, ось которого совмещают с осью изложницы. Это позволяет изготовить отверстие более экономичным образом и не допустить потерь металла в стружку.

На фиг.1 изображена схема заливки расплавом металла изложницы с расположенной внутри спиралью, на фиг.2 показан продукт, полученный в результате этой операции. На фиг.3 показан вариант заливки двух спиралей, а на фиг.4 показана заготовка, таким путем полученная. На фиг.5 показан профиль заготовки с отверстием, а на фиг.6 изображена схема получения такой заготовки методом отливки.

Способ осуществляется следующим образом.

Пример 1. Проволоке из упрочняющего материала сообщают форму спирали 1 (фиг.1) с неприлегающими друг к другу витками и размещают в изложнице 2 с цилиндрической внутренней поверхностью, совмещая ось спирали с осью изложницы. Материал матрицы 3 расплавляют и заливают в изложницу 2, проводят его кристаллизацию с получением цилиндрической заготовки 4 (фиг.2). Таким образом, спираль из упрочняющего материала остается зафиксированной внутри металла матрицы и выполняет функции арматуры.

Пример 2. Одно из наиболее часто используемых сочетаний металла-матрицы и упрочняющего материала - это алюминий (алюминиевый сплав) и нержавеющая сталь. Температура старения стали марки X10K13M5 лежит в интервале 500...700°C [7, с.196]. Температура плавления алюминия равна 659°C, с учетом необходимого перегрева металла для повышения жидкотекучести температура литья составляет 700°C. Это позволяет обеспечить нагрев упрочняющего материала до необходимой температуры, при которой начинаются процессы выделения упрочняющих фаз. В результате удастся повысить прочность упрочняющего материала на стадии заливки и не проводить старение как отдельную технологическую операцию. Поэтому заливку расплавленного материала матрицы ведут при температуре старения упрочняющего материала.

Пример 3. Прием совмещения заливки расплавленного металла и старения позволяет начать процесс старения, но поскольку это диффузионный процесс, имеющий собственную скорость, то его полнота прохождения зависит от времени. Это время также зависит от температуры - при более высоких температурах старение происходит быстрее.

Поэтому после заливки расплавленного материала матрицы обеспечивают выдержку расплава при температуре старения, достаточную для завершения старения. Это позволяет обеспечить рациональные механические свойства

упрочняющему материалу, а следовательно, и всему композиту. Например, для стали Н18К8М5Т наблюдается рост временного сопротивления при старении с выдержкой до 50 ч [7, с.197] при достижении временного сопротивления 2300 МПа против начального значения 1000 МПа.

Пример 4. В изложнице с цилиндрической внутренней поверхностью размещают две проволоки 1 и 5 в виде спиралей различного диаметра (фиг.3). В результате получают заготовку из композиционного материала с двухрядным расположением проволок 1 и 5 (фиг.4), что позволяет увеличить коэффициент заполнения армирующим металлом материала матрицы.

Пример 5. В цилиндрической заготовке после кристаллизации выполняют круглое отверстие 6 (фиг.5) с получением заготовки с кольцевым поперечным сечением. Это позволяет использовать полученную заготовку в качестве полого цилиндра. Известно, что такие цилиндры часто работают под воздействием внутреннего давления, которое создает тангенциальные напряжения, пытающиеся разорвать цилиндр. Поэтому важно усилить конструкцию именно вдоль тангенциального направления, на что направлено применение армирующей спирали.

Пример 6. В цилиндрической заготовке выполняют круглое отверстие при заливке расплавленного металла, используя формовочный стержень 7, ось которого совмещена с осью изложницы. В этом случае отверстие формируется в операции литья, что позволяет снизить затраты и отходы металла при изготовлении полого цилиндра.

Из уровня техники известно, что применение упрочняющих волокон и проволоки в композиционных материалах позволяет существенно повысить прочность детали. Так, прочность нетермоупрочняемого алюминиевого сплава АМг6 в обычном состоянии составляет 315 МПа [8], а того же сплава, армированного сталью 12Х18Н10Т при объемной доле волокон 30% и линейном их расположении, составляет 814 МПа [1, табл.4.26], что в 2,6 раза выше. Испытания волокнистых композиционных материалов производят вдоль расположения волокон, поэтому такое увеличение прочности при линейном расположении волокон достигается вдоль их длины. В предлагаемом способе аналогичное упрочнение достигается вдоль периметра заготовки, т.е. в тангенциальном направлении.

Таким образом, по сравнению с прототипом технический результат заключается в достижении упрочнения композиционного материала в тангенциальном направлении.

Источники информации

1. Композиционные материалы: Справочник / Под ред. В.В.Васильева, Ю.М.Тарнопольского. М.: Машиностроение. 1990. 512 с.
2. Патент WO2012123686. Process for manufacturing a one-piece axisymmetric metallic part from composite fibrous structures. /GODON THIERRY [FR]; DAMBRINE BRUNO JACQUES GERARD и др. Заявители: они же, МПК В22F 3/15; С22С 47/04; С22С 47/06. Заявл. 15.03.2011. Оpubл. 20.09.2012.
3. Патент Великобритании №. GB1201654. Methods of producing composite materials /Forsyth Peter Joseph Edward; George Ronald Walter. Appl. Mini Of Technology London. МПК В23К 31/00; С22С 47/16. Заявл. 14.06.1967. Оpubл. 12.08.1970.
4. Патент Германии №DE4300283. Fibre composite with a mixed-wire fabric/ Menne Rolf [De]; Essig Wilfried. Appl. Dynamit Nobel Ag, МПК В32В 15/14; С22С 47/20; С22С 49/00. Заявл. 08.01.1993. Оpubл. 14.07.1994.
5. Патент США №US6346132. High-strength, high-damping metal material and method of making the same/ Huber Ulrike [De]; Rauh Rainer [De]; Arzt Eduard. Appl. Daimler Chrysler AG. МПК В22F 1/00; С22С 1/04; С22С 49/06; С22F 1/00. Заявл. 16.09.1998. Оpubл. 12.02.2002.
6. Патент США №US4617979. Method for manufacture of cast articles of fiber-reinforced aluminum composite /Suzuki Nobuyuki [Jp]; Tanaka Kenichi [Jp]; Yamanashi Masanao [JP] и др. Appl. Nikkei Kako Kk [Jp]; Nippon Light Metal Co [Jp]. МПК В22D 19/14, заявл. 15.07.1985. Оpubл. 21.10.1986.
7. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. М.: Металлургия, 1985. 408 с.
8. Грачев С.В., Мальцева Л.А., Мальцева Т.В. Аустенитно-ферритная коррозионно-стойкая сталь для высокопрочной проволоки //МиТОМ. 2000. №11.С.6-9.
9. Грачев С.В., Шейн А.С., Павлова С.В., Мыльников А.С./ Изготовление высокопрочной ленты из мартенситно-стареющей стали/ Известия ВУЗ. Черная металлургия.1988. №8. С.98-101.
10. ГОСТ 18482-79. Трубы прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.

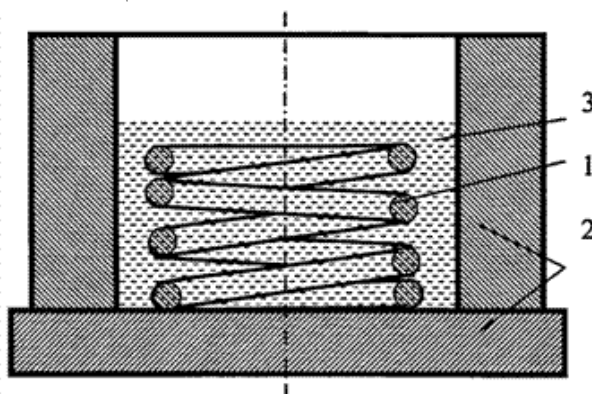
Формула изобретения

1. Способ получения цилиндрической заготовки из армированного металлического композиционного материала, включающий расплавление металлического материала матрицы, размещение в изложнице с цилиндрической внутренней поверхностью проволоки из упрочняющего металлического материала, заливку расплавленного металлического материала матрицы в изложницу и его кристаллизацию, отличающийся тем, что проволоке предварительно придают форму спирали с непересекающимися друг к другу витками, в изложнице размещают, по крайней мере, одну спираль, при этом ось спирали совмещают с осью изложницы, а заливку расплавленного металлического материала матрицы ведут при температуре старения упрочняющего металлического материала.

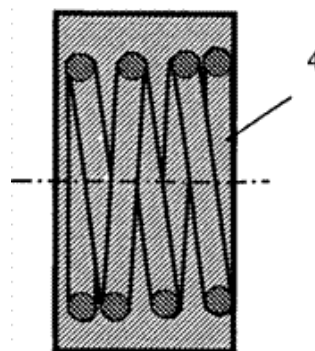
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при размещении в изложнице нескольких проволок в виде спиралей используют спирали различного диаметра.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что для получения цилиндрической заготовки с кольцевым поперечным сечением после кристаллизации в ней выполняют круглое отверстие.

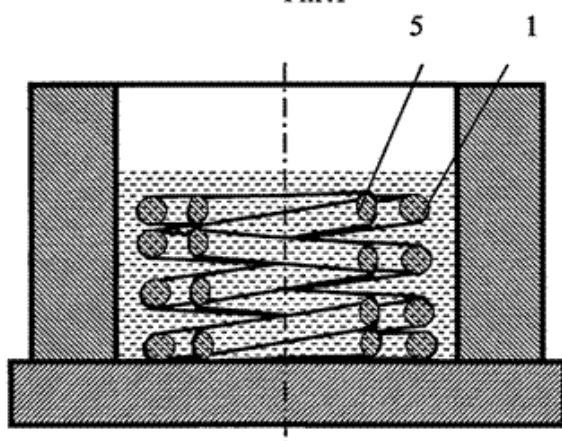
4. Способ по п.1, отличающийся тем, что для получения цилиндрической заготовки с кольцевым поперечным сечением перед заливкой расплавленного металлического материала в изложнице размещают формовочный стержень, ось которого совмещают с осью изложницы.



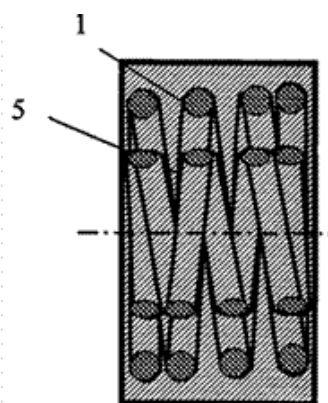
Фиг.1



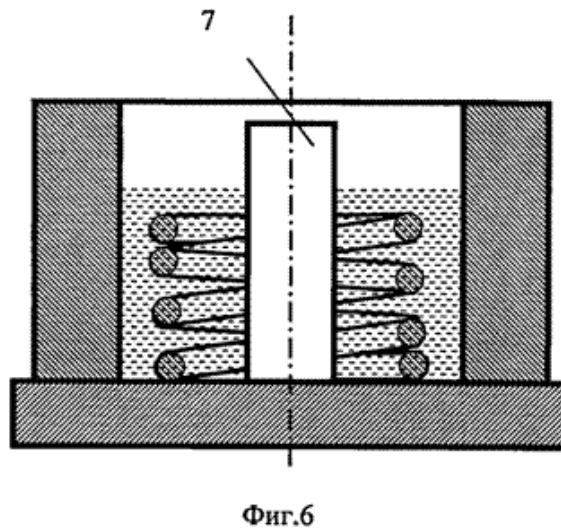
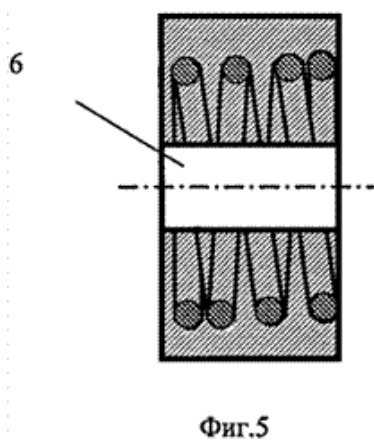
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **06.12.2014**

Дата публикации: [10.09.2015](#)